

양성갑상선결절과 갑상선재발암의 고주파절제 진료권고안

나동규² · 이정현¹ · 정소령³
김지훈⁴ · 성진용⁵ · 신정희⁶
김은경⁷ · 이준형⁸ · 김동욱⁹
박정선¹⁰ · 김규선⁵ · 백선미¹¹
이영훈¹² · 정세민¹³ · 심정석¹⁴
허정인¹⁵ · 배재익¹⁶ · 김경태¹⁷
한송이¹⁸ · 배민영¹⁹ · 김윤숙²⁰
백정환¹; 대한갑상선영상의학회
대한영상의학회

¹울산대학교 의과대학 서울아산병원
영상의학과, ²휴먼영상의학센터,
³가톨릭대학교 의과대학 서울성모병원
영상의학과, ⁴서울대학교 의과대학 서
울대학교병원 영상의학과, ⁵대림성모
병원 영상의학과, ⁶성균관대학교 의과
대학 삼성서울병원 영상의학과,
⁷연세대학교 의과대학 세브란스병원
영상의학과, ⁸동아대학교 의과대학 동
아대학병원 영상의학과, ⁹인제대학교
의과대학 부산백병원 영상의학과,
¹⁰한양대학교 의과대학 한양대학교병
원 영상의학과, ¹¹해운대힐링스병원
영상의학과, ¹²고려대학교 의과대학
고대안산병원 영상의학과, ¹³중앙대학
교 의과대학 중앙대학병원 영상의학
과, ¹⁴마더스여성의원, ¹⁵차대학교 의과
대학 강남차병원 영상의학과, ¹⁶아주
대학교 의과대학 아주대학교병원 영
상의학과, ¹⁷유엔백의원, ¹⁸한송이영상
의학과의원, ¹⁹명진단영상의학과, ²⁰필
립영상의학과

J Korean Soc Ultrasound Med

2012; 31: 73-80

Received March 25, 2012; Revised April
5, 2012; Accepted June 11, 2012.

Address for reprints :

Jung Hwan Baek, MD, Department of
Radiology and Research Institute of
Radiology, University of Ulsan College of
Medicine, Asan Medical Center, 86
Asanbyeongwon-gil, Songpa-gu, Seoul
138-736, Korea.
Tel. 82-2-3010-4352
Fax. 82-2-476-0090
E-mail: radbaek@naver.com

Radiofrequency Ablation of Benign Thyroid Nodules and Recurrent Thyroid Cancers: Consensus Statement and Recommendations

Dong Gyu Na, MD², Jeong Hyun Lee, MD¹, So Lyung Jung, MD³,
Ji-hoon Kim, MD⁴, Jin Yong Sung, MD⁵, Jung Hee Shin, MD⁶,
Eun-Kyung Kim, MD⁷, Joon Hyung Lee, MD⁸, Dong Wook Kim, MD⁹,
Jeong Seon Park, MD¹⁰, Kyu Sun Kim, MD⁵, Seon Mi Baek, MD¹¹,
Younghen Lee, MD¹², Semin Chong, MD¹³, Jung Suk Sim, MD¹⁴,
Jung Yin Huh, MD¹⁵, Jae-Ik Bae, MD¹⁶, Kyung Tae Kim, MD¹⁷,
Song Yee Han, MD¹⁸, Min Young Bae, MD¹⁹, Yoon Suk Kim, MD²⁰,
Jung Hwan Baek, MD¹; for Korean Society of Thyroid Radiology (KSThR) and
Korean Society of Radiology

¹Department of Radiology and Research Institute of Radiology, University of Ulsan College of
Medicine, Asan Medical Center; ²Department of Radiology, Human Medical Imaging &
Intervention Center; ³Department of Radiology, Seoul St. Mary's Hospital, College of
Medicine, The Catholic University of Korea; ⁴Department of Radiology, Seoul National
University College of Medicine; ⁵Department of Radiology and Thyroid Center, Daerim St.
Mary's Hospital; ⁶Department of Radiology and Center for Imaging Science, Samsung
Medical Center, Sungkyunkwan University School of Medicine; ⁷Department of Radiology,
Yonsei University College of Medicine; ⁸Department of Radiology, Dong-A University Medical
Center; ⁹Department of Radiology, Busan Paik Hospital, Inje University College of Medicine
¹⁰Department of Radiology, Hanyang University College of Medicine, Hanyang University
Hospital; ¹¹Department of Radiology, Haeundae Healings Hospital; ¹²Department of Radiology,
Ansan Hospital, Korea University Medical College; ¹³Department of Radiology and Thyroid
Center, Chung-Ang University Hospital, Chung-Ang University College of Medicine;
¹⁴Department of Radiology, Mothers' Clinic; ¹⁵Department of Radiology, CHA University
College of Medicine, Gangnam CHA Hospital; ¹⁶Department of Radiology, Ajou University
School of Medicine; ¹⁷Department of Radiology, UNMEC Clinic; ¹⁸Department of Radiology,
Dr. Han's Breast Clinic; ¹⁹Department of Radiology, Myung Jindan Health Care Center;
²⁰Department of Radiology, Thyroid Clinic, Philip Medical Center

Radiofrequency ablation is a new non-surgical treatment modality for patients with
benign thyroid nodules and recurrent thyroid cancers. The Task Force Committee of
the Korean Society of Thyroid Radiology has developed recommendations for the
treatment of benign thyroid nodules and recurrent thyroid cancers using radiofrequen-
cy ablation. These recommendations are based on evidence from the current litera-
ture and expert consensus.

Key words : Radiofrequency; Ethanol; Laser; Thyroid nodule; Thyroid ultrasound;
Recurrent thyroid cancer

서 론

고주파절제* (radiofrequency ablation)는 수술의 단점을 보완하면서 수술에 준하는 치료효과를 보이는 새로운 치료 기법으로 효과와 안전성에 대한 보고들이 국내외에 있다 [1-8]. 대한갑상선영상의학회 (Korean Society of Thyroid Radiology)는 갑상선결절의 영상의학분야와 고주파절제 전문 학술단체로 고주파절제를 시행하는 의사들의 진료에 도움을 주고자 2009년 “고주파를 이용한 갑상선결절의 시술권고안” 초안을 제정하였다 [9]. 이 시술 권고안은 갑상선결절의 고주파절제를 담당하는 대한갑상선영상의학회 회원으로 구성된 “갑상선고주파절제 진료권고안 제정위원회”에서 고주파절제 대상 환자의 선정 기준과 시술 효과를 제시하였다. 2009년 첫 진료 권고안이 제정된 이후에 갑상선고주파에 대한 많은 연구와 관련 논문들이 발표되면서 이를 반영하는 새로운 진료권고안의 필요성이 대두되었고 이에 대한갑상선영상의학회는 2011년 6월 3일 “양성갑상선결절과 갑상선재발암의 고주파절제 진료권고안” 개정위원회를 구성하여 PubMed Medline 검색에서 “radiofrequency”와 “thyroid”로 검색한 데이터를 분석하고 e-mail을 통해 토론과 전문가의견을 수렴한 후 2011년 8월 31일 offline 토론을 거치고 제정위원회의 최종의견 수렴 후 확정하였다. 본 진료권고안은 대상환자, 시술 전 검사 및 준비 사항, 시술법, 시술 중 환자관리 및 추적검사, 시술 효과, 합병증 및 대처방법으로 구성되어 있다. 갑상선고주파절제에 대하여 아직은 임상연구가 충분하지 않아 [6, 10] 이 권고안의 일부 내용들은 전문가 의견으로 구성되었으며 향후에 연구들을 통해서 개정해 나갈 예정이다.

*고주파절제란 radiofrequency ablation을 대한의사협회에서 발간한 의학용어 5집에 의거하여 번역된 용어로서 고주파 열치료라는 용어로도 사용된다.

대상환자

갑상선고주파절제는 양성갑상선결절에 적용할 것을 권고하며 수술이 불가능한 갑상선재발암에 적용이 제한적으로 고려될 수 있다 [1-8, 10-17]. 세침흡인생검이나 중심부바늘생검을 통해 원발갑상선암과 소포종양 (follicular neoplasm)을 포함한 미결정형으로 진단된 결절에는 현재까지 그 효과나 안전성에 대해서 근거가 없으므로 통상적으로 권고되지 않는다 [2, 18]. 임신, 심장외의 문제 및 반대편 성대마비가 있는 환자는 시술여부를 신중하게 고려해야 한다 [19-23].

1. 양성갑상선결절

고주파절제 대상이 되는 양성갑상선결절 환자는 아래와 같다 [1-5, 12, 14].

1) 갑상선결절에 의해 초래된 목의 통증, 연하곤란, 이물감, 기침 등 증상을 가진 환자로 증상점수 (symptom score)의 평가는 10 cm visual analogue scale (grade 0-10)에 따라 환자가 한다 [6, 7, 24].

2) 미용상의 문제가 있는 환자로 [1, 4, 6, 7, 24] 미용점수 (cosmetic score) 평가는 아래와 같은 방식으로 의사가 한다 [6-8]. 미용점수 (1, no palpable mass; 2, no cosmetic problem but palpable mass; 3, a cosmetic problem on swallowing only; and 4, a readily detected cosmetic problem)

3) 치료를 필요로 하는 자율기능성결절을 가진 환자 [1, 4, 12, 25-29]

위와 같은 문제 이외에도 양성갑상선결절이 지속적으로 자라는 경우 고주파절제를 고려할 수 있다. 치료 대상이 되는 결절의 크기에 대해서는 확립된 바가 없지만 2 cm 이하의 결절은 크기 증가가 있더라도 추적관찰을 권한다. 그러므로 작고 미용상의 문제나 증상이 없는 갑상선결절은 일반적으로 고주파절제가 권고되지 않는다. 흡인 후에 다시 커지는 단순낭종 (낭성부위 > 90%)은 에탄올절제 (ethanol ablation)가 적은 치료횟수로 고주파절제와 유사한 효과를 보이고 있으며 합병증도 차이가 없어 에탄올절제가 일차적인 치료법으로 권고된다 [7, 8, 24, 30, 31].

4) 갑상선재발암

갑상선재발암은 수술적 치료가 원칙이다. 하지만 수술이 어렵거나 수술로 인한 심각한 부작용이 우려되는 경우, 재 수술을 거부하는 환자에서 제한적으로 고주파절제를 사용할 수 있다 [11, 13, 16, 17].

시술 전 검사 및 준비 사항

양성갑상선결절은 고주파절제전 (Table 1) 초음파유도하 세침흡인생검이나 중심부바늘생검에서 2회 이상 양성으로 진단되어야 한다 [32, 33]. 하지만 양성결절이라도 초음파검사에서 악성의 소견을 보이면 치료 결정시에 주의를 요한다 [2, 34-42]. 증상점수와 미용점수는 고주파절제 후 환자 상태 호전의 지표가 된다 [3, 6-8, 12, 24, 43]. 초음파검사는 결절의 위치, 모양, 크기, 상태 및 결절주변의 해부학적 구조물들과의 관계를 파악하여 시술여부를 결정하고 시술 방식과 횟수를 예측하는데 도움을 준다 [2]. 초음파를 이용하여 결절의 세 방향의 크기를 측정 후 부피를 계산하여 고주파절제 후 결절 부피 변화의 기준으로 삼는다. 결절의 부피=결절의 세 방향의 길이의 곱×0.524으로 계산한다 [2, 6, 8]. 혈액검사는 전체혈구계산 (complete blood count), 혈액응고검사 (blood coagulation test: PT, aPTT), 갑상선 자극 호르몬 (thyrotropin), 갑상선호르몬, thyroglobulin, calcitonin, anti-TPOAb, TgAb 등을 권고한다 [6, 44]. 혈액검사가 이상이 있

는 경우는 교정 후에 고주파절제를 하기를 권고한다. 혈소판이 나 혈액응고검사가 이상이 있으면 항혈소판제나 항응고제 복용, 혈액응고이상을 유발하는 질환 등 원인을 분석하여 교정 후 시술한다. 갑상선자극호르몬이 감소되어 있으면 갑상선기능저하증의 가능성을 확인해야 하며 증가되어 있으면 결절의 치료를 위해 갑상선호르몬을 복용하는지 또는 갑상선기능항진증의 가능성을 확인해야 한다. 만약 갑상선호르몬을 복용하고 있다면 시술 전에 중지하기를 권고한다. 만약 갑상선기능이 증가되어 있다면 갑상선기능항진증이나 자율기능성갑상선결절 (autonomously functioning thyroid nodule)의 가능성이 있으므로 갑상선스캔 (technetium ^{99m} pertechnetate 또는 ¹²³ⁱ)로 확인한다 [5, 12, 45]. Calcitonin이 증가된 경우는 수질암 (medullary carcinoma)의 가능성이 있으므로 충분한 검사를 통해서 수질암의 가능성을 완전히 배제 후 시술하여야 한다 [25, 29, 46]. anti-TPOAb, anti-Thyroglobulin antibody가 증가된 환자는 고주파절제 후 추적검사 도중에 갑상선기능저하증이 올 가능성이 있으므로 시술 전에 이런 가능성을 설명하여야 한다. 하지만 갑상선기능저하증의 원인이 고주파시술 때문인지 항체 때문인지는 분명치 않다 [12, 44, 47]. 갑상선결절이 흉곽 내로 자란 경우는 결절의 크기나 성상의 파악에 CT나 MRI검사가 도움이 될 수 있다.

갑상선재발암은 고주파절제전(Table 1) 초음파유도하 세침흡인생검으로 진단되어야 하고 경우에 따라 검사한 바늘의 세척(washout) thyroglobulin 수치 측정이 진단에 도움이 된다 [16, 48-52]. 초음파검사는 재발암과 중요한 주변구조물의 관계를 파악하는데 중요하다. 종양의 크기, 부피와 혈관을 잘 관찰해야 한다 [11, 13, 16, 17]. 혈액검사는 전체혈구계산, 혈액응고검사, 갑상선자극호르몬, 갑상선호르몬, thyroglobulin, anti-thyroglobulin antibody 등을 권고한다 [6, 11, 13, 16, 17, 44]. 경부 CT검사는 재발암과 중요한 주변구조물의 관계를 파악하는데 도움을 줄 수 있다.

시술 전에는 충분한 설명과 함께 시술동의서를 받아야 한다. 시술동의서에는 다음과 같은 사항을 명시하기를 권고한다 [2].

- (1) 고주파절제 후 결절이 수개월 내지 수년에 걸쳐 서서히

줄어 들게 됨.

- (2) 예상되는 시술 횟수
- (3) 시술 후 재발 또는 덜 치료된 부분이 다시 자랄 가능성과 추가 치료 방침
- (4) 시술 중 통증이 올 수 있음
- (5) 시술 후 발생 가능한 합병증에 대한 설명
- (6) 갑상선수술력, 약제 부작용, 항혈소판제나 항응고제 복용 여부 등을 담당의사에게 알려야 할 의무
- (7) 시술 후 관찰 및 입원 가능성

출혈과 관련되지 않은 약물은 평소대로 복용하는 것을 원칙으로 한다. 시술도중 출혈의 소인이 있는 약물은 미리 중단해야 하며 아스피린을 포함한 소염제와 clopidogrel은 시술 전 7-10일전, 와파린은 시술 전 3-5일전, 헤파린은 시술 4-6시간 전부터 중단하기를 권고한다. 시술이 종료된 후 아스피린과 clopidogrel은 다음날, 와파린은 당일 밤, 헤파린은 2-6시간 이후부터 복용을 재개한다 [53]. 하지만 항 응고제의 중단 여부는 약물 중단 시 발생할 수 있는 혈전색전증의 가능성과 약제 복용에 의해 증가된 출혈경향을 잘 고려하여 관련의사들간에 충분한 논의를 통해서 결정되어야 한다. 와파린을 중단하는 것이 적절하지 않은 상황이라면 반감기가 짧은(1-2시간) 헤파린으로 약물을 교체하고 시술하는 방안을 고려할 수 있다 [53]. 시술 전 6시간 동안 금식과 시술 전 정맥 라인 확보를 권고한다.

시술법, 시술 중 환자관리 및 추적검사

안전하고 효과적으로 고주파절제술을 시행하기 위해서는 국소마취를 한 뒤 “trans-isthmus approach와 “moving shot technique”을 이용하여 시술하기를 권고한다 [2, 6, 12, 43, 54]. Moving shot technique에는 modified straight type internally cooled electrode가 적합하다 [12, 43]. 시술자는 시술을 하는 동안에 혈압, 맥박을 확인하여 하고 통상적인 대화를 하면서 환자의 목소리 변화를 주의 깊게 관찰하여 목소리 이상이 의심되면 즉시 시술을 중단해야 한다 [43, 55]. 시술에 의한 통증으로 혈압이 증가할 수 있으므로 시술 도중에는 혈압

Table 1. Preprocedural Check List for RF Ablation

Benign Thyroid Nodule	Recurrent Thyroid Cancer
Benign histocytologic diagnosis (at least two times)	Histocytologic diagnosis of recurrence
US features of nodule and neck	US features of critical surrounding structures
Nodule volume	Tumor volume
Symptom score	
Cosmetic score	
Laboratory tests	Laboratory tests (serum thyroglobulin, anti-thyroglobulin antibody)
CT or MRI*	CT*
Technetium ^{99m} pertechnetate or a ¹²³ⁱ thyroid scan**	

*Selectively indicated

**Indicated for AFTN

과 맥박 등 기본적인 환자 상태를 잘 관찰해야 한다. 통증은 시술 중 흔히 호소하는 문제인데 고주파전압을 낮추거나 잠시 시술을 중단하면 빠르게 호전되며 [2, 6, 12, 43, 55]. 통증완화를 위해 진통제, 진정제등을 사용할 수 있지만 [1] 대화가 어려울 정도의 심한 진정은 합병증의 조기발견을 어렵게 할 수 있다. 시술도중 출혈은 초음파로 쉽게 발견할 수 있다 [2, 43]. 출혈로 인한 혈종이 너무 크거나 이로 인한 통증이 심한 경우 시술을 중단하고 목에 가벼운 압박을 가한다. 대부분의 혈종은 가벼운 압박으로 잘 멈추며 1-2주 후에는 사라진다 [43]. 시술 종료 후 지속적인 심한 통증, 부종, 화상, 구토, 숨쉬기 불편함, 목소리 이상 등 합병증이 발생할 수 있기 때문에 일정 기간 경과 관찰을 하여야 하며 [2, 43] 담당의사의 판단에 따라 입원하여 관찰 할 수 있다 [44].

시술 후 필요하다면 진통제, 항생제, 스테로이드 등의 약물치료를 할 수 있다 [44]. 추적검사 방법은 색도플러 (Color-Doppler)를 이용한 초음파검사가 가장 중요한 검사이며 필요에 따라서 CT, MRI, 핵의학검사, 갑상선기능검사를 추가 할 수 있다. 색도플러검사는 시술 된 결절의 내에 소작이 덜 된 부분과 다시 자란 부분을 찾는 데 유용하며, 또한 재발의 가능성이 있는지 판단할 수 있다 [2, 7, 12, 43].

추적검사는 치료 후 1-2개월 경과 시 시술에 대해 평가를 하여 잘 치료된 상태이면 6개월과 1년 후 추적검사를 하고 그 이후로는 치료한 결절의 상태에 따라서 6-12개월 간격으로 검사 한다 [2, 6, 12, 43]. 1-2개월 추적검사서 덜 치료된 부분이 있으면 추적 관찰하면서 추가 치료 계획을 세운다. 추가 시술은 미용상의 문제나 증상이 불충분하게 호전되었고 초음파검사상 덜 치료된 부분이 있을 때 시행할 수 있다 [2, 43, 54].

시술 효과

양성갑상선결절의 시술효과 판정은 증상점수 (grade 0-10), 미용점수 (grade 1-4), 부피감소 [(initial volume (mL) - final volume (mL)) × 100]/initial volume (mL) [2, 6, 12] 그리고 치료성공률 (Therapeutic success rate: volume reduction > 50%) [8]. 색도플러초음파는 덜 치료된 부분을 판정하는데 도움이 된다 [43, 54]. 자율기능성갑상선결절은 갑상선스캔, 갑상선자극호르몬과 갑상선호르몬의 검사가 필요하다 [1, 4, 12]. 갑상선재발암의 시술효과 판정은 종양의 부피 감소와 혈청 thyroglobulin 수치변화로 할 수 있다 [11, 13, 16, 17].

양성갑상선결절의 고주파절제 효과는 결절을 수술처럼 즉시 제거하지는 못하지만 결절의 세포를 괴사시켜 퇴화 (involution)를 유발함으로써 결절의 부피감소를 유발하고 결절로 인한 증상과 미용상의 문제를 해결하여 수술에 준하는 효과를 가진다 [2-4]. 자율기능성갑상선결절로 인한 갑상선기

능항진증은 완치 또는 호전될 수 있다 [1, 4, 12]. 상당 수의 환자에서 시술 전의 문제가 한번의 시술로 해결되지만 수술에 준하는 효과를 얻으려면 여러 번의 시술이 필요한 경우도 있다 [2-4, 6, 12, 14]. 고주파절제 후 양성갑상선결절의 부피감소는 1개월에 33-58%, 6개월에 51-92%로 보고되고 있다 [1-4, 6, 7, 12, 56]. 레이저절제 (laser ablation)도 양성갑상선결절의 치료에 이용되어 왔으며 [18, 26, 44, 57-65] 이 두 가지 치료법의 효과를 비교해 볼 때 고주파절제의 효과가 다소 뛰어나고 합병증은 다소 적다고 보고되고 있다 [10, 43, 66]. 갑상선재발암이 수술이 어렵거나 수술로 인한 부작용이 우려되는 경우, 재 수술을 거부하는 경우에는 국소적으로 재발암의 치료 또는 증상의 완화를 위해 고주파절제를 사용할 수 있다 [11, 13, 17]. 고주파절제 후 부피 감소는 56-93%로 보고되며 [13, 16], 42-58%에서 종양이 완전히 사라지고 [11, 16, 17] 혈액 thyroglobulin은 다양하게 감소할 수 있다고 보고된다 [11, 13, 16, 17]. 또한 증상의 완화를 주 목적으로 고주파절제를 시행한 보고에서는 64% 환자에서 증상 호전이 있었다 [13]. 그러나 아직 장기추적검사 결과는 보고되어 있지 않다.

합병증 및 대처방법

갑상선 고주파절제를 시행하는 의사나 의료기관은 시술에 의한 환자의 합병증을 최소화 하기 위해서 발생 가능한 합병증의 종류 및 증상과 대처방법에 대해서 숙지해야 한다 [54, 55]. 이전 문헌들에 보고된 갑상선 고주파절제 관련 합병증은 통증, 출혈, 목소리 변형, 피부 화상, 갑상선 기능 이상, 감염, 종양 파열 등 다양하다 [1-4, 6, 9, 12]. 그러나 갑상선고주파절제는 전신 마취가 필요 없으며, 흉터가 생기지 않고, 시술 후 빠르게 일상생활로 복귀할 수 있으며 체계적으로 교육받은 전문가가 시술할 경우 합병증이 매우 적은 장점을 가진다 [1-6].

대한갑상선영상의학학회에서는 국내 13개 대학 및 병, 의원에서 양성갑상선결절의 고주파절제에 대해 시술관련 합병증 및 부작용을 분석하였다 [55]. 이 분석은 Society of Interventional Radiology의 권고안을 따랐다 [67, 68]. 그 결과 총 48예의 합병증(3.3%)이 보고되었는데 주요합병증은 20예(전체의 1.4%), 경한 합병증은 28예(전체의 1.92%)가 있었다. 합병증이 보고된 총 48명의 환자들 중 한 명의 영구적인 갑상선기능저하증 및 결절파열에 의한 2차적 농양형성으로 수술적 처치가 필요하였던 한 명을 제외한 전 환자에서 증상이 자발적으로 회복되어 갑상선 고주파절제는 안전한 시술로 판단된다 [55].

통증은 시술 도중 가장 흔하게 호소하는 증상으로 목 부위 외에도 머리, 귀, 어깨, 가슴, 허리나 치아 부위로 연관통이 나타날 수 있다. 고주파 기계 전압을 낮추거나 시술을 잠시 멈추면 급격히 통증이 사라진다 [2, 6, 43, 55]. 시술 후 나타나는

통증 치료를 위해 2-3일 정도 진통제를 처방할 수 있다 [43].

목소리 변형은 중증합병증의 하나로 주로 되돌이후두신경 (recurrent laryngeal nerve) 손상이 원인이지만 미주신경 (vagus nerve) 손상으로도 발생한다 [69, 70]. 목소리변형은 시술 중 또는 직후에 발생되고, 추적 관찰 시 1-3개월 내에 호전되나 영구적 손상도 가능하다 [43, 55]. 이러한 목소리 변형을 최소화하기 위해 'trans-isthmus approach method' 와 'moving shot technique' 을 이용하여 여러 번에 걸쳐 종양의 여러 부위를 순차적으로 시술하고, 신경이 지나가는 부위에는 열이 가해지지 않도록 한다. 시술 후 종양 크기가 감소하여 종양과 신경의 위치관계가 달라지면 충분히 치료되지 않은 부위를 추후 치료하는 방법을 고려할 수 있다 [43, 54, 55]. 미주 신경은 흔히 경동맥과 경정맥 사이로 주행하지만, 갑상선결절이 커지면 미주 신경의 위치를 변형시켜 갑상선결절과 근접할 수 있으므로 시술 시 주의를 요한다 [69-72]. 시술 전에 미주신경의 위치를 초음파로 확인하기를 권고한다. 교감신경절은 경동맥초 (carotid sheath) 뒤쪽 또는 갑상선근처에 위치하므로 만약 고주파전극이 갑상선 밖으로 벗어나면 이 신경절에 손상을 줄 수 있어 호너증후군 (Horner syndrome)이 유발 될 수 있다.

출혈 및 혈종은 시술 중 또는 직후에 주로 발생하며 갑상선 주변부출혈, 피막하출혈, 실질 내출혈의 형태로 발생한다 [55]. 대부분의 혈종은 가벼운 압박으로 잘 멈추며 1-2주 후에는 사라지만 과량의 급성 출혈은 기도압박과 질식의 우려가 있으므로 충분한 시간 잘 관찰해야 한다 [43]. 출혈을 피하기 위해서는 시술 전 초음파로 혈관의 주행 방향을 확인하고 큰 혈관을 피하여 전극을 삽입해야 한다 [43].

고주파절제는 일시적으로 갑상선 호르몬 분비 증가로 인한 갑상선 증독증을 유발할 수 있지만 대개 한 달 안에 기능이 정상화된다 [2]. 갑상선기능저하증도 비중독성갑상선결절과 자율기능성갑상선결절 치료 후에 보고되고 있다 [12, 55]. 갑상선기능이상의 징후가 있다면 추적검사기간에 갑상선기능검사가 필요하다 [2, 3, 12, 44, 55]. 감염 및 농양형성을 예방하기 위해 시술 전후 천자 부위를 잘 소독해야 하며, 예방적 항생제 처방을 고려할 수 있다.

고주파절제 후 결절의 크기가 점진적으로 감소하던 도중 갑작스러운 통증과 함께 새로운 종괴가 목에 만져지는 경우 시술한 종양의 파열을 의심해야 한다 [43, 55, 73]. 초음파 검사로 갑상선의 전방피막의 파열과 전경부 피하층으로 파급된 종괴를 확인할 수 있다. 보고된 환자들에서 부가적인 치료 없이 자발적으로 호전된 경우도 있었으나, 지연성 농양형성이 동반되어 항생제나 진통제 투여, 혹은 수술적 처치가 필요하였던 증례도 있었다 [43, 55, 73].

보고된 바에 의하면, 피부 화상은 모두 치료 부위에 생겼으며 [3, 13, 55], 패드 부착 부위에 대한 화상은 보고가 없는데 그 이유는 간에서 보다 낮은 에너지를 사용하기 때문이다 [55]. 시술 부위 화상을 예방하기 위해서 천자 부위 주변에 열

음주머리를 대어 열손상을 방지하는 것이 도움이 된다. 오심, 구토, 혈관미주신경반사는 과도한 긴장, 통증, 혹은 리도케인 과민반응으로 나타날 수 있다 [55].

기도 손상 [74], 심장마비 [19, 20, 22, 23, 75] 등 치명적인 고주파절제 관련합병증이 갑상선 이외의 종양에서는 드물게 보고되고 있으며, 갑상선고주파절제에서도 식도나 기도 파열, 심장마비의 가능성이 있지만 현재까지 보고된 예는 없다. 시술 도중 기관지에 열에 의한 손상이 가해질 경우 가장 먼저 나타나는 증상은 기침이므로 기침을 할 경우는 즉시 시술을 중단한다 [43, 55]. 식도 손상을 예방하기 위해 찬 물을 삼키도록 하면 식도의 연동운동 (peristalsis)과 찬물이 식도 손상을 최소화한다 [19, 21, 43, 55]. 심각한 합병증을 예방하기 위해서는 시술 중 초음파로 전극 위치를 정확히 파악한 상태에서 시술하는 것이 가장 중요하며, 초음파 경부 해부학에 대한 전문적 지식과 숙련된 초음파유도하인터벤션 영상의학 전문성을 가지고 있는 시술자에 의해 시행되어야 한다.

결론

갑상선고주파절제는 양성갑상선결절의 치료에 효과적이고 안전한 비수술적 치료이며 대상환자를 적절하게 선정하여 숙련된 의사가 시술할 경우 수술에 준하는 효과를 얻을 수 있다. 또한 갑상선재발암의 치료에도 보조적인 역할을 할 수 있다.

2009년 8월24일 초안 제정

2012년 갑상선고주파절제 진료권고안 개정안 제정

Acknowledgment: The authors thank Eun Ju Ha for her assistance in writing this manuscript.

요약

갑상선고주파절제는 양성갑상선결절과 갑상선재발암에 사용되는 비수술적 치료이다. 대한갑상선영상의학회 갑상선고주파절제 진료권고안 제정위원회는 고주파를 이용한 갑상선양성결절과 갑상선재발암의 치료권고안을 근거와 전문가의 의견을 중심으로 제정하였다.

References

1. Deandrea M, Limone P, Basso E, et al. US-guided percutaneous radiofrequency thermal ablation for the treatment of solid benign hyperfunctioning or compressive thyroid nodules. *Ultrasound Med Biol* 2008;34:784-791
2. Jeong WK, Baek JH, Rhim H, et al. Radiofrequency ablation of benign thyroid nodules: safety and imaging follow-

- up in 236 patients. *Eur Radiol* 2008;18:1244-1250
3. Kim YS, Rhim H, Tae K, Park DW, Kim ST. Radiofrequency ablation of benign cold thyroid nodules: initial clinical experience. *Thyroid* 2006;16:361-367
 4. Spiezia S, Garberoglio R, Milone F, et al. Thyroid nodules and related symptoms are stably controlled two years after radiofrequency thermal ablation. *Thyroid* 2009;19:219-225
 5. Baek JH, Jeong HJ, Kim YS, Kwak MS, Lee D. Radiofrequency ablation for an autonomously functioning thyroid nodule. *Thyroid* 2008;18:675-676
 6. Baek JH, Kim YS, Lee D, Huh JY, Lee JH. Benign predominantly solid thyroid nodules: prospective study of efficacy of sonographically guided radiofrequency ablation versus control condition. *AJR Am J Roentgenol* 2010;194:1137-1142
 7. Lee JH, Kim YS, Lee D, Choi H, Yoo H, Baek JH. Radiofrequency ablation (rfa) of benign thyroid nodules in patients with incompletely resolved clinical problems after ethanol ablation (ea). *World J Surg* 2010;34:1488-1493
 8. Sung JY, Kim YS, Choi H, Lee JH, Baek JH. Optimum first-line treatment technique for benign cystic thyroid nodules: ethanol ablation or radiofrequency ablation? *AJR Am J Roentgenol* 2011;196:W210-214
 9. Baek JH, Na DG, Lee JH, et al. Korean society of thyroid radiology recommendations for radiofrequency ablation of thyroid nodules. 2009 Available at: <http://thyroidimaging.kr/>
 10. Huh JY, Baek JH, Choi H, Kim JK, Lee JH. Efficacy of additional treatment session of radiofrequency ablation for symptomatic benign thyroid nodules: a prospective randomized study. *Radiology* 2012
 11. Monchik JM, Donatini G, Iannuccilli J, Dupuy DE. Radiofrequency ablation and percutaneous ethanol injection treatment for recurrent local and distant well-differentiated thyroid carcinoma. *Ann Surg* 2006;244:296-304
 12. Baek JH, Moon WJ, Kim YS, Lee JH, Lee D. Radiofrequency ablation for the treatment of autonomously functioning thyroid nodules. *World J Surg* 2009;33:1971-1977
 13. Park KW, Shin JH, Han BK, Ko EY, Chung JH. Inoperable symptomatic recurrent thyroid cancers: preliminary result of radiofrequency ablation. *Ann Surg Oncol* 2011;18:2564-2568
 14. Spiezia S, Garberoglio R, Di Somma C, et al. Efficacy and safety of radiofrequency thermal ablation in the treatment of thyroid nodules with pressure symptoms in elderly patients. *J Am Geriatr Soc* 2007;55:1478-1479
 15. Sung JY, Baek JH, Kim YS, et al. One-step ethanol ablation of viscous cystic thyroid nodules. *AJR Am J Roentgenol* 2008;191:1730-1733
 16. Baek JH, Kim YS, Sung JY, Choi H, Lee JH. Locoregional control of metastatic well-differentiated thyroid cancer by ultrasound-guided radiofrequency ablation. *AJR Am J Roentgenol* 2011;197:W331-336
 17. Dupuy DE, Monchik JM, Decrea C, Pisharodi L. Radiofrequency ablation of regional recurrence from well-differentiated thyroid malignancy. *Surgery* 2001;130:971-977
 18. Papini E, Guglielmi R, Hosseim G, et al. Ultrasound-guided laser ablation of incidental papillary thyroid microcarcinoma: a potential therapeutic approach in patients at surgical risk. *Thyroid* 2011;21:917-920
 19. Livraghi T, Solbiati L, Meloni MF, Gazelle GS, Halpern EF, Goldberg SN. Treatment of focal liver tumors with percutaneous radio-frequency ablation: complications encountered in a multicenter study. *Radiology* 2003;226:441-451
 20. Rhim H, Dodd GD, Chintapalli KN, et al. Radiofrequency thermal ablation of abdominal tumors: lessons learned from complications. *Radiographics* 2004;24:41-52
 21. Rhim H, Yoon KH, Lee JM, et al. Major complications after radio-frequency thermal ablation of hepatic tumors: spectrum of imaging findings. *Radiographics* 2003;23:123-134; discussion 134-126
 22. Tong NY, Ru HJ, Ling HY, Cheung YC, Meng LW, Chung PC. Extracardiac radiofrequency ablation interferes with pacemaker function but does not damage the device. *Anesthesiology* 2004;100:1041
 23. Nemcek AA. Complications of radiofrequency ablation of neoplasms. *Semin Intervent Radiol* 2006;23:177-187
 24. Jang SW, Baek JH, Kim JK, et al. How to manage the patients with unsatisfactory results after ethanol ablation for thyroid nodules: role of radiofrequency ablation. *Eur J Radiol* 2011
 25. Gharib H, Papini E, Paschke R, et al. American association of clinical endocrinologists, associazione medici endocrinologi, and european thyroid association medical guidelines for clinical practice for the diagnosis and management of thyroid nodules. *Endocr Pract* 2010;16(Suppl 1):1-43
 26. Dossing H, Bennedbaek FN, Hegedus L. Ultrasound-guided interstitial laser photocoagulation of an autonomously functioning thyroid nodule: the introduction of a novel alternative. *Thyroid* 2003;13:885-888
 27. Fassi J, Lambertini R, Farias P, et al. Treatment of uremic hyperparathyroidism with percutaneous ethanol injection. *Nephron Clin Pract* 2005;101:c53-57
 28. Guglielmi R, Pacella CM, Bianchini A, et al. Percutaneous ethanol injection treatment in benign thyroid lesions: role and efficacy. *Thyroid* 2004;14:125-131
 29. Cooper DS, Doherty GM, Haugen BR, et al. Revised american thyroid association management guidelines for patients with thyroid nodules and differentiated thyroid cancer. *Thyroid* 2009;19:1167-1214
 30. Bennedbaek FN, Hegedus L. Treatment of recurrent thyroid cysts with ethanol: a randomized double-blind controlled trial. *J Clin Endocrinol Metab* 2003;88:5773-5777
 31. Kim DW, Rho MH, Kim HJ, Kwon JS, Sung YS, Lee SW. Percutaneous ethanol injection for benign cystic thyroid nodules: is aspiration of ethanol-mixed fluid advantageous? *AJNR Am J Neuroradiol* 2005;26:2122-2127

32. Kwak JY, Koo H, Youk JH, et al. Value of us correlation of a thyroid nodule with initially benign cytologic results. *Radiology* 2010;254:292-300
33. Oertel YC, Miyahara-Felipe L, Mendoza MG, Yu K. Value of repeated fine needle aspirations of the thyroid: an analysis of over ten thousand fnas. *Thyroid* 2007;17:1061-1066
34. Moon WJ, Baek JH, Jung SL, et al. Ultrasonography and the ultrasound-based management of thyroid nodules: consensus statement and recommendations. *Korean J Radiol* 2011;12:1-14
35. Moon WJ, Jung SL, Lee JH, et al. Benign and malignant thyroid nodules: US differentiation--multicenter retrospective study. *Radiology* 2008;247:762-770
36. Jung SL, Jung CK, Kim SH, et al. Histopathologic findings related to the indeterminate or inadequate results of fine-needle aspiration biopsy and correlation with ultrasonographic findings in papillary thyroid carcinomas. *Korean J Radiol* 2010;11:141-148
37. Kwak JY, Han KH, Yoon JH, et al. Thyroid imaging reporting and data system for us features of nodules: a step in establishing better stratification of cancer risk. *Radiology* 2011;260:892-899
38. Algin O, Algin E, Gokalp G, et al. Role of duplex power doppler ultrasound in differentiation between malignant and benign thyroid nodules. *Korean J Radiol* 2010;11:594-602
39. Kim SH, Park CS, Jung SL, et al. Observer variability and the performance between faculties and residents: US criteria for benign and malignant thyroid nodules. *Korean J Radiol* 2010;11:149-155
40. Lee YH, Kim DW, In HS, et al. Differentiation between benign and malignant solid thyroid nodules using an US classification system. *Korean J Radiol* 2011;12:559-567
41. Ha JG, Kim DW, Kang TW. US diagnosis for thyroid nodules with an indeterminate cytology. *J Korean Soc Ultrasound Med* 2011;30:179-185
42. Moon HJ, Kwak JY, Kim EK. A galance at the bethesda system for reporting thyroid cytopahtology. *J Korean Soc Ultrasound Med* 2011;30:1-6
43. Baek JH, Lee JH, Valcavi R, Pacella CM, Rhim H, Na DG. Thermal ablation for benign thyroid nodules: radiofrequency and laser. *Korean J Radiol* 2011;12:525-540
44. Valcavi R, Riganti F, Bertani A, Formisano D, Pacella CM. Percutaneous laser ablation of cold benign thyroid nodules: a 3-year follow-up study in 122 patients. *Thyroid* 2010;20:1253-1261
45. Burch HB, Shakir F, Fitzsimmons TR, Jaques DP, Shriver CD. Diagnosis and management of the autonomously functioning thyroid nodule: the walter reed army medical center experience, 1975-1996. *Thyroid* 1998;8:871-880
46. Kim SH, Kim BS, Jung SL, et al. Ultrasonographic findings of medullary thyroid carcinoma: a comparison with papillary thyroid carcinoma. *Korean J Radiol* 2009;10:101-105
47. Monzani F, Caraccio N, Goletti O, et al. Five-year follow-up of percutaneous ethanol injection for the treatment of hyperfunctioning thyroid nodules: a study of 117 patients. *Clin Endocrinol (Oxf)* 1997;46:9-15
48. Jeon SJ, Kim E, Park JS, et al. Diagnostic benefit of thyroglobulin measurement in fine-needle aspiration for diagnosing metastatic cervical lymph nodes from papillary thyroid cancer: correlations with us features. *Korean J Radiol* 2009;10:106-111
49. Heilo A, Sigstad E, Fagerlid KH, et al. Efficacy of ultrasound-guided percutaneous ethanol injection treatment in patients with a limited number of metastatic cervical lymph nodes from papillary thyroid carcinoma. *J Clin Endocrinol Metab* 2011
50. Kim MJ, Kim EK, Kim BM, et al. Thyroglobulin measurement in fine-needle aspirate washouts: the criteria for neck node dissection for patients with thyroid cancer. *Clin Endocrinol (Oxf)* 2009;70:145-151
51. Boi F, Baghino G, Atzeni F, Lai ML, Faa G, Mariotti S. The diagnostic value for differentiated thyroid carcinoma metastases of thyroglobulin (tg) measurement in washout fluid from fine-needle aspiration biopsy of neck lymph nodes is maintained in the presence of circulating anti-tg antibodies. *J Clin Endocrinol Metab* 2006;91:1364-1369
52. Baloch ZW, Barroeta JE, Walsh J, et al. Utility of thyroglobulin measurement in fine-needle aspiration biopsy specimens of lymph nodes in the diagnosis of recurrent thyroid carcinoma. *Cytojournal* 2008;5:1
53. Kwok A, Faigel DO. Management of anticoagulation before and after gastrointestinal endoscopy. *Am J Gastroenterol* 2009;104:3085-3097; quiz 3098
54. Ha EJ, Baek JH, Lee JH. The efficacy and complications of radiofrequency ablation of thyroid nodules. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes* 2011;18:310-314
55. Baek JH, Lee JH, Sung JY, et al. Complications encountered in the treatment of benign thyroid nodules with US-guided radiofrequency ablation: a multicenter study. *Radiology* 2012;262:335-342
56. Wallace LB, Berber E. Percutaneous and video-assisted ablation of endocrine tumors: liver, adrenal, and thyroid. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech* 2011;21:255-259
57. Dossing H, Bennedbaek FN, Bonnema SJ, Grupe P, Hegedus L. Randomized prospective study comparing a single radioiodine dose and a single laser therapy session in autonomously functioning thyroid nodules. *Eur J Endocrinol* 2007;157:95-100
58. Dossing H, Bennedbaek FN, Hegedus L. Beneficial effect of combined aspiration and interstitial laser therapy in patients with benign cystic thyroid nodules: a pilot study. *Br J Radiol* 2006;79:943-947
59. Døssing H, Bennedbæk FN, Hegedus L. Long-term outcome following interstitial laser photocoagulation of benign cold thyroid nodules. *Eur J Endocrinol* 2011;165:123-128
60. Døssing H, Bennedbaek FN, Hegedus L. Effect of ultrasound-guided interstitial laser photocoagulation on benign solitary solid cold thyroid nodules: one versus three treat-

- ments. *Thyroid* 2006;16:763-768
61. Dossing H, Bennedbaek FN, Karstrup S, Hegedus L. Benign solitary solid cold thyroid nodules: US-guided interstitial laser photocoagulation--initial experience. *Radiology* 2002;225:53-57
 62. Pacella CM, Bizzarri G, Guglielmi R, Anelli V, Bianchini A, Crescenzi A, et al. Thyroid tissue: US-guided percutaneous interstitial laser ablation-a feasibility study. *Radiology* 2000;217:673-677
 63. Papini E, Guglielmi R, Bizzarri G, Pacella CM. Ultrasound-guided laser thermal ablation for treatment of benign thyroid nodules. *Endocr Pract* 2004;10:276-283
 64. Spiezia S, Vitale G, Di Somma C, et al. Ultrasound-guided laser thermal ablation in the treatment of autonomous hyperfunctioning thyroid nodules and compressive nontoxic nodular goiter. *Thyroid* 2003;13:941-947
 65. Dossing H, Bennedbaek FN, Hegedus L. Effect of ultrasound-guided interstitial laser photocoagulation on benign solitary solid cold thyroid nodules - a randomised study. *Eur J Endocrinol* 2005;152:341-345
 66. Hegedus L. Therapy: a new nonsurgical therapy option for benign thyroid nodules? *Nat Rev Endocrinol* 2009;5:476-478
 67. Burke DR, Lewis CA, Cardella JF, et al. Quality improvement guidelines for percutaneous transhepatic cholangiography and biliary drainage. *J Vasc Interv Radiol* 2003;14:S243-246
 68. Lewis CA, Allen TE, Burke DR, et al. Quality improvement guidelines for central venous access. The standards of practice committee of the society of cardiovascular & interventional radiology. *J Vasc Interv Radiol* 1997;8:475-479
 69. Park JK, Jeong SY, Lee JH, Lim GC, Chang JW. Variations in the course of the cervical vagus nerve on thyroid ultrasonography. *AJNR Am J Neuroradiol* 2011;32:1178-1181
 70. Ha EJ, Baek JH, Lee JH, Kim JK, Shong YK. Clinical significance of vagus nerve variation in radiofrequency ablation of thyroid nodules. *Eur Radiol* 2011;21:2151-2157
 71. Gibson A. Bilateral abnormal relationship of the vagus nerve in its cervical portion. *J Anat Physiol* 1915;49:389-392
 72. Giovagnorio F, Martinoli C. Sonography of the cervical vagus nerve: normal appearance and abnormal findings. *AJR Am J Roentgenol* 2001;176:745-749
 73. Shin JH, Jung SL, Baek JH, Kim JH. Rupture of benign thyroid tumors after radio-frequency ablation. *AJNR Am J Neuroradiol* 2011
 74. Choi JW, Kwak S-H, Yoo SM, et al. Ultrasound-guided radiofrequency ablation of thyroid gland: a preliminary study in dogs. *J Korean Radiol Soc* 2005;52:333-341
 75. Mulier S, Mulier P, Ni Y, et al. Complications of radiofrequency coagulation of liver tumours. *Br J Surg* 2002;89:1206-1222